

오염물질 및 그의 발생원과 대책

(Clean Technology '92년도 1월호 “실내공기복합
오염방지와 공조설비”특집에서……)

한국공기청정연구조합
자 료 실 제 공

1. 서 론

우리를 둘러싼 생활 환경에는 공기, 물, 식품 등 몇가지가 있다. 이것들의 요소는 어느 것도 매일의 생활에 깊이 관계되어 있다. 건축물 내의 공기, 물등의 환경문제는 일반 사람들에게 매우, 최근 특히 직장, 생활터전, 거주 환경으로서 이용하는 기회가 증가함에 따라 관심이 높아지고 있다. 건축물내의 공기환경이 의논되는 배경에는 건축물이 밀폐화, 고층화 되어가고 있다는것도 있다. 인공적으로 창조되는 환경에는 건축설비의 성능이나 관리 방법에 따라, 각종 공기환경 상황이 생긴다. 이것은 건물 위생관리법의 제정이후 각 지방자치단체, 연구기관 등의 보고에 의해 지적되고 있다.

그러나 실내공기 오염대책은 흡연에 의한 오염을 시작으로, 건축물 환경위생 관리기준 항목에 정해져 있는 공기오염물질등에 대해서도, 아직 충분한 발생원, 제거 대책이 되었다고는 말할수 없고 향후의 대책이 요구된다.

2. 실내기준에 대하여

환경위생 영업관계의 법규에는 그 목적에 맞는 몇 가지 기준이 정해져 있다. 실내 기준을 노동위생의 입장에서 보면, 이 값은 건강한 성인이 대상으로, 발생하는 물질의 독성 영향에 대한 노동시간 내의 기준이고, 일반인에게 사용하는 충분한 안전계수가 확보되지 않는다. 또한 사람의 건강보호라는 입장에서는, 전체의 연령대의 사람의 질병예방이라고 하는 생각에 앞서 충분한 안전율을 볼때 필요한 수준이 정해져서 위생학적 기준은 인간의 생리, 활동상 가장 바람직한 상태를 고려하여 정하지 않으면 안된다.

최근에는 실내공기를 양호하게 유지하기 위해서는 건강 영향 및 쾌적성을 고려해서 기준을 정한다고 하지만, 선진국을 중심으로 국제적으로도 정착했다고 생각하게 된다. 건축물내에서의 생활시간이 길어진것을 생각하면, 실내의 공기기준에 대해서도 이런 생각을 하지 않으면 안된다.

공기 환경기준을 구체적으로 보면, 각 Grade 별로 이상적인 값, 최적값, 목표값, 권장치로 되고, 종래의 기준은 이 이하의 최저 허용값으로 최소값이다.

최근의 건축물내의 건축자재, 사무실 집기등

으로부터, 공기중에 각종 오염물질의 발생이 보고되고 있다.¹⁾

그러나 이런것들에 대해서는 농도의 보고는 있으나 관리기준을 정하는데에는 정해지지 못한 것이 현재 상태이다. 이것들의 기준을 어떻게 정하느냐가 이후의 최대과제일 것이다.

이것들의 기준설정에는, 지금까지의 단기(短期) 독성 반응으로부터 량, 반응관계를 파악하여, 최대 무작용량을 산출하는 방법에 더하여

- ① 냄새나 불쾌감-감각적 영향 또는 불쾌한 상호작용
- ② 저농도 장기 폭로 영향-미량의 폭로량에 대한 장기간의 영향
- ③ 암등의 변이원성(變異原性)-발암성의 경계점에 따른 위험예측 등 폭넓은 각도에서 대응하는 값이 필요하다.

3. 실내오염물질

실내오염물질은, 오염농도와 재실시간과의 관계로 결정되고 대체로 오염농도만으로는 말할수 없다. 일반적으로는 실내 관리기준은 위생관리농도라고 생각할 수 있지만 거기에는 항상 개인폭로(暴露)량이 고려되지 않으면 안된다.

공기오염 물질의 농도 상승의 원인은, 공조기기를 통해서 전달되는 외부 공기로부터의 것, 사람의 출입에 의해 침입, 건축물 틈새로부터의 것, 건축구조체, 설비기기, 사무기기로부터의 발생, 인체로부터의 발생 등 건축물 내외에 요인이 있다.

공기오염물질 각각에 대한 설명은 생략하지만 대표적인것을 예를 들면 다음과 같은 것

이 있다.

○ 내부 발생의 오염물질

암모니아, Asbestos, 이산화탄소*, 일산화탄소*, 흡입입자*, Formaldehyde, 클로르다인, Hydro Carbon(非 Methane), 이산화질소, 오존, 라돈, 아류산가스, 기타(예, 미생물 오염물질 등)

인간의 생활시간은 어떤 형태를 갖지만, 일반사람은 1일 24시간 중 약80%는 실내에서 생활한다. 그것을 생활내외 비율로서 표1의 좌측에 표시했다.²⁾ 따라서 개인 폭로량은 생활 내외비율과 같고, 그 환경 상태의 폭로를 받게 된다.

(*주: 건축물 환경 위생관리기준 항목에 정한 물질)

다음에 실내에서의 폭로량은 실내발생분은 물론이고, 외기의 영향을 받는 오염물질의 침입이 있다. 이 비율은 공기비(환기비율)로서 크게나누어 7:3이 되고, 거기에서 주된 오염물질과 발생원을 열거하면 표1의 우측란의 것이 된다.

여기에 표시한 것 처럼 다양한 물질에 쌓여서 생활하고 있는 것을 알 수 있다.

이것으로부터의 생활은 에너지 절약정책에 따라서 환기효율면에서는 외기취입량이 극단적으로 제한되고 있을 것이다.

그럴경우에 실내 생활자의 생활은 어찌될 것인지 여러 형태가 상상된다.

외국에서 1960년 보고된 "The Sick Buiding" 증후군³⁾의 문제는, 정확히 효율우선 정책의 결과이다. 요즘 일본에서는 보고된 예가 없지만, 빌딩이나 주택의 고층화와 아울러 재실자로부터 눈, 코, 목, 구토, 정신적 피로, 감각적 불쾌감 등의 호소, 고층화의 떨림의 과민 증세 등 생태학적 영향이 환경의 건강문제로

표 1. 개인폭로량의 비율과 오염물질과 발생원(촌송)

생활내외비	개인폭로량	공기비	오염물질	발생源
실 내	실 내 에 서 의 폭 로 량	7	라돈 포름알데히드 ASBESTOS, 금속, 합성섬유 유기물질 암모니아 다환(多環)탄화수소류, As니코틴, 아크로린 수은 에어러졸 병원미생물 알레르기	건물건축자재(콘크리트, 석재), 물, PARTICLE BOARD, 단열 재, 가구, 담배연기, 단열재, 흡 음재, 절연재, 접착제, 용제, 조 리제, 화장품, 생물의 代謝, 세 제, 담배연기 담배 살균제, 도료, 치과용기재, 실험실 온도계파손 각종소비물질 환자 House Dust, 동물 비듬류
			3	NOx(NO ₂) CO CO ₂ 입자상 물질 물방울(수적) 유기물질 포자(孢子)류
실 외	실 외 에 서 의 폭 로		SOx, NOx(가스, 입자상 물질) O ₃ 꽃가루 납, 망간 갈슘, 염소, Si, Cd 탄화수소류	연료의 연소, 제련시 광화학 반응 나무, 풀, 종자식물, 자동차 흙모래, 공장으로부터 발생 석유화학용제, 천연발생원 연료로부터 증발

표 2. 1990년대의 특성의 실내오염물질농도³⁾(총송)

오염물질 A	농도의 폭 (10-90%)mg/m ³	한계 또는 무작용량B mg/m ³	작용량 B mg/m ³	참 고 농 도 mg/m ³
부유분진 (담배연기포함)	0.01-0.15	<0.1	<0.15	0.15(24h) (일본의 기준)
이산화질소	0.02-0.4	<0.15	>0.4	구주기준(1h)E 0.4
일산화탄소	1-11	<2%CO-Hb <10	>3%CO-Hb >30	구주(歐州) 기준(8h) 10
라돈급붕괴물 (Energy 효율비)	3-75Bq/m ³	취발성	취발성	SE-DIN기준 신축 70Bq/cm ³ 구주기준(1Y) 100Bm(Energy 효율비)
이산화유황	0.01-0.08	<0.25	>0.35	구주기준(1h) 0.35
이산화탄소	300-2000	<2000	>7000	1800(1h)널리사용
OZone	0.01-0.1	<0.1	>0.12	구주기준(1h) 0.15-0.2 (24h)
Asbestos	100-10000F/m ³	취발성	취발성	피부자극(24h)
광물섬유	100-10000F/m ³	-C	-C	
유기물				
포르알데히드	0.02-0.06	<0.006	>0.12	구주기준(30min) 0.1
Benzen				
씨크로메탄	0.002-0.02 0.005-<0.01	취발성 -C	취발성 -C	구주기준(24h) 3.0
트리클로로에치렌	0.0001-0.02	-C	-C	구주기준(24h) 1.0
테트라클로르에틸렌	0.002-0.02	-C	-C	구주기준(24h) 5.0
P-씨크로 벤젠	0.001-0.02	-C	-C	TLV(8h) 450
토루엔	0.03-0.15	-C	-C	구주기준(24h) 7.5
m.p-기시렌	0.01-0.04	-C	-C	TLV(8h) 435
n-노난	0.002-0.02	-C	-C	TLV(8h) 1050
n-디칸	0.003-0.05	-C	-C	
리모넨	0.002-0.07	-C	-C	TLV(8h) 560

주:A:외부로 부터 오염을 수반하지 않는 가스 D:TLV(Threshold Limit Values) 1978/1988 ACGIH한계치
 B:단기폭로 E:AQG, 구주공기질 기준
 C:평균값은 불충분 *:광학적 현미경에 의한 계측

등장했다고 생각된다.

이렇게 된 상황에 대해, 실내오염에 관심이 높아진 유럽은, WHO/유럽이 최근 정력적으로 자료의 검토를 하고 있다. 그 중 일부 Data를 표2에 표시한다.⁴⁾ 이것을 보면 대표적인 오염물질이 나타나고 있고 그 측정농도폭, 기준농도가 표시되고, 참고 농도란에는 일본의 기준도 참고로 표시하였다. 이 측정농도폭은 일본에서 측정결과와 큰 차이없는 것도 있다.

4. 오염 대책 등

공기 오염 물질을 감소시키는데는 크게 제거, 희석, 교환(무해한 물질로의 변화)등의 방법이 있다.

(1) 공조기의 성능향상

건물위생 관리법 제정 당시로부터 비교하면, 공조기의 Filter의 제진성능이 매우 향상되고 있다. 금후에는 외부로부터의 대기오염의 영향을 어떻게 제거하느냐, 내부발생물질의 제거는 어떻게 하는가를 고려할 필요가 있다. Filter의 제진성능에 대해서는 설비설계 단계에서 Check가 필요하다고 하고, 동경에서는 건축 위생관리법 제정시부터, 건축 확인시에 공조계산서의 제출을 요구하며 사전에 공기청정도가 유지되도록 지도하고 있다.

(2) 발생원 대책

흡연문제는 사회적 요청도 있고, 건물에서는 최근 흡연장소를 제한하고 그 장소를 국소 배기설비를 한 건축물이 늘어나고 있다. 이런 건물에서는 부유분진의 농도는 극도로 적어지고 재실자들의 호응을 얻고 있다.

오염물질이 발생할 우려가 있는 곳에서는 국소적으로 처리하고 환기 방식으로는 전외기

방식이 효과적이라는 것은 말할 필요가 없다.

(3) 개별 공조기기

최근 공조기의 방식도 제어하는 범위가 소규모화되고 더우기 이용자가 스스로 조정가능한 소형 공조방식이 주류를 이루고 있다. 이것이 에너지절약 정책에 편승하여 사용되고 있다. 이 방식은 거주자가 난방환경을 주안점으로 하여 개개의 제어를 할 경우, 동일거실 전체의 공기환경은 어찌될 것인가. 이것이 공기오염물질의 적절한 제거로 이어질 것 이지만 이런 Soft면에서의 접근이 고려되지 않으면 안된다.

또한 천정 매립형은 매우 좁은 천정 공간에서 관리하지 않으면 안되고, 외기 전열교환기의 공기 관리와 아울러 건물관리의 종고 나뭇에 대해서는 문제가 되는일이 많다.

(4) 건축자재, 설비기기의 규격

실내는 폼 알데히드,⁵⁾ 암모니아 등 각종 화학 물질등이 발생하는 건축자재, 설비기기가 넘쳐나고 그 위에 보수후의 화학물질의 세제 잔류등도 있지만 이것들을 일정 기준에 의해 규격을 설정, 규제할 필요가 있다.

(5) 생물학적 오염

공조나 강제 환기는, 환기불량과 동시에 생물학적 오염을 발생시킨다. 이로부터 생기는 질병을 일컫어 “공조병”이라고 칭한다. 예로, 공조기를 통해서 전염하는 결핵, 레지오넬라증, 알레르기성 질환, 과민성 폐장염이 있다.

이 중에 1970년 보고된 과민성 폐장염 예로는 밀워키(미국)에서 공조장치가 냉각수의 오염원인 호열성 방선균(好熱性 放線菌)의 원인이라고 한다.

일본에서는 Dakisawa(瀧澤)씨에 의해 1979년에 사례가 보고되었다.⁶⁾ 이것은 늦은 가을부터 겨울까지 건물 난방이나 가정의 가습기의

사용으로 발생하며 발열, 가래, 천식을 동반하며 저녁에서 밤에는 37~40°C의 열을 보이고 다음날 아침에는 낮는다. 속되게 말하면 “월요일”이라고도 한다.

이의 대책으로는 가습기 Filter의 개선, 물의 순환사용 금지, 청결유지, 물탱크 살균등 가습기의 관리를 충분히 할 필요가 있다.

(6) 새로운 기준 설정에 따른 대응의 예

최근 학교건축은 공조설비를 완비한 근대적인 것이 되고 있다. 昭和 36년 제정된 문부성의 학교 환경 위생의 기준은 지금도 그 기준이 되고 있다. 현재, 규모가 큰 학교는 특정건축물로서 건물 위생관리 기준에 준하여 운용되고 있다.

이런 상황으로부터 동경교육위원회는 종래의 학교환경위생의 기준을 다시보아, 도시의 근대적 학교에 맞는 새로운 기준을 설정했다.⁷⁾

이중에는 몇가지 새로운 항목이 추가되었다. 예로는 난방환경에서는 평면 분포나 온도 구배의 기준이 늘고, PMV(Predicted Mean Vote), ET*(Effective Temperature Star)등 외에 공기청정도로는 NO₂나 HCHO의 기준치가 정해져서 이후로는 행정적으로 활용되려고 하고 있다.

5. 결 론

건물의 고층화가 밀폐화를 촉진시키고, 건축설비가 고도화하고 있다. 거기에 에너지 절

약효율의 향상이 계획되고 있다. 그 자체는 바람직하지만 한편으로는 창에 의해 환기가 불가능해지고, 동시에 환기량이 현저하게 낮아지고, 공기청정이라는 점에서는 거주자의 건강문제를 보면 금후 큰 문제를 남기고 있다. 이런 사례는 외국의 많은 보고로 명확하게 되고 있다.

일본의 건물 공조설비의 보급은 10수년을 보아도 확실한 것이 있다. 옛날 그냥 식히고 데우는것에서 쾌적성을 가미한 것 까지가 설비되고, ZONE 공조로부터 각종, 개별공조로 변화하고 있다. 또, 공기청정장치의 제진 성능이나 가스제거 성능까지 문제시되려고 하고 있다.

그러나 원래 장시간 재실자의 입장에서, 오염물질이 잡히지 않는다. 사람의 생활은 집, 직장, 거기에 교통기관 등 외부 환경의 다양한 폭로를 받고 있는 것을 들 수 있다. 오염의 폭로는 개개의 물질의 건강영향뿐 아니라 복합적이기 때문에 문제인 것이다. 대기오염의 인체영향의 조사를 보아도, 두, 세 물질의 조사로 끝나는 경우가 많다. 이런 모양의 것으로부터 인체 영향의 결론을 도출하는것은 위험한 일이다. 여기의 내용에 의하면 우리는 다양한 폭로를 받고 있으므로, 간단한 건강영향의 결론을 내려해도 지금 충분한 지식을 갖고 있지 않다. 그러므로 해서 감각적 영향, 불쾌한 상호 작용등을 포함, 오염물질을 중요한 문제로 삼아서 거주환경을 의논하지 않으면 안된다.